



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000228271 A**(43) Date of publication of application: **15.08.00**

(51) Int. Cl.

**H05B 3/10**  
**H05B 3/14**  
**H05B 3/44**  
**H05B 3/78**

(21) Application number: **11339627**(22) Date of filing: **30.11.99**(30) Priority: **01.12.98 JP 10356935**

(71) Applicant:

**TOSHIBA CERAMICS CO**  
**LTDTOKYO ELECTRON LTD**

(72) Inventor:

**SOTODANI EIICHI**  
**KIN TOMIO**  
**NAGATA TOMOHIRO**  
**SAITO NORIHIKO**  
**YAMAMURA SHIGERU**  
**NAKAO MASARU**  
**SAITO TAKANORI**  
**OSANAI CHOEI**  
**MAKITANI TOSHIYUKI**

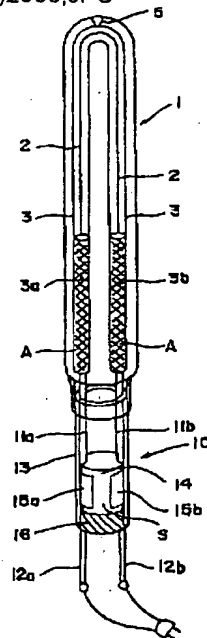
(54) **HEATER**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a heater suitable for raising a liquid temperature by directly immersing it in a liquid tank to store cleaning liquid, polishing liquid or the like.

**SOLUTION:** A rod heater is equipped with a carbon wire heating element 2 selected in a quartz glass tube with a small diameter or a large diameter, the quartz glass tube part 3a, 3b with the small diameter to house a wire carbon material A in a compressed state and to store the end of the carbon wire heating element between the wire carbon materials in a compressed state, and a sealed terminal part 10 stored between the wire carbon materials in the quartz glass tube with the small diameter and having connection wires 11a, 11b to supply power, and the connection wire is electrically connected to the carbon wire heating element through the wire carbon material A. The rod heater using the carbon wire heating element is suitable for raising a liquid temperature by directly immersing it in a liquid tank to store cleaning liquid, polishing liquid or the like.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-228271

(P2000-228271A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 B	3/10	H 0 5 B	3/10 A
	3/14		3/14 G
	3/44		3/44
	3/78		3/78

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-339627  
 (22) 出願日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)  
 (31) 優先権主張番号 特願平10-356935  
 (32) 優先日 平成10年12月1日 (1998. 12. 1)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000221122  
 東芝セラミックス株式会社  
 東京都新宿区西新宿七丁目5番25号  
 (71) 出願人 000219967  
 東京エレクトロン株式会社  
 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
 (72) 発明者 外谷 栄一  
 山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
 東芝セラミックス株式会社小国製造所内  
 (74) 代理人 100101878  
 弁理士 木下 茂

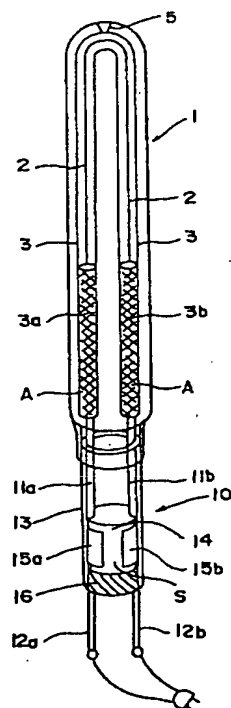
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒータ

(57) 【要約】

【課題】 前記カーボンワイヤー発熱体を用いた、戦時溶液、研磨液等を収容する貯液槽に直接入れ、液体に昇温させるのに適した棒状ヒータを提供することを目的とする。

【解決手段】 小径あるいは大径石英ガラス管内に封入されたカーボンワイヤー発熱体2と、ワイヤーカーボン材Aを圧縮状態で収容すると共にカーボンワイヤー発熱体の端部をワイヤーカーボン材間に圧縮状態で収容する小径の石英ガラス管部3a、3bと、小径の石英ガラス管部のワイヤーカーボン材間に収容され、電力を供給するための接続線11a、11bを有する封止端子部10とを備え、接続線とカーボンワイヤー発熱体とが、ワイヤーカーボン材を介して電氣的に接続されている棒状ヒータを提供する。カーボンワイヤー発熱体を用いたこの棒状ヒータは、洗浄液、研磨液等を収容する貯液槽に直接入れて液体を簡便に昇温させるのに適する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 大径ガラス管と、前記大径ガラス管内に封入され両端部を有するカーボンワイヤー発熱体と、圧縮されたワイヤーカーボン部材が充填され該圧縮されたワイヤーカーボン部材が前記カーボンワイヤー発熱体の両端部を挟持する状態の小径ガラス管部と、前記圧縮されたワイヤーカーボン部材に挟持された電力供給用の接続線を有する封止端子部を含み、前記接続線と前記カーボンワイヤー発熱体は前記ワイヤーカーボン部材を介して互いに電氣的に接続されていることを特徴とするヒータ。

【請求項 2】 両端部を有するカーボンワイヤー発熱体と、圧縮されたワイヤーカーボン部材が充填され該圧縮されたワイヤーカーボン部材が前記カーボンワイヤー発熱体の両端部を挟持して前記カーボンワイヤー発熱体を封入する小径ガラス管部と、前記圧縮されたワイヤーカーボン部材に挟持された電力供給用の接続線を有する封止端子部を含み、前記接続線と前記カーボンワイヤー発熱体は前記ワイヤーカーボン部材を介して互いに電氣的に接続されていることを特徴とするヒータ。

【請求項 3】 前記大径ガラス管及び小径ガラス管のいずれもが石英ガラス材からなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載されたヒータ。

【請求項 4】 板状ガラス体と、前記板状ガラス体内に封入され両端部を有するカーボンワイヤー発熱体と、圧縮されたワイヤーカーボン部材が充填され該圧縮されたワイヤーカーボン部材が前記カーボンワイヤー発熱体の両端部を挟持する状態の小径ガラス管部と、前記圧縮されたワイヤーカーボン部材に挟持された電力供給用の接続線を有する封止端子部を含み、前記接続線と前記カーボンワイヤー発熱体は前記ワイヤーカーボン部材を介して互いに電氣的に接続されていることを特徴とするヒータ。

【請求項 5】 前記板状ガラス体が石英ガラス材からなることを特徴とする請求項 4 に記載されたヒータ。

【請求項 6】 前記ワイヤーカーボン部材と前記カーボンワイヤー発熱体は圧縮状態で保持され前記小径ガラス管部の軸線に略平行に延長していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載されたヒータ。

【請求項 7】 前記ワイヤーカーボン部材と前記カーボンワイヤー発熱体はそれぞれ複数のカーボン繊維を束ねて一本のカーボン繊維束としそのようなカーボン繊維束を複数本編み上げてなる編組または組紐であることを特徴とする請求項 6 に記載されたヒータ。

【請求項 8】 前記小径ガラス管部は一本又は数本のカーボンワイヤー発熱体を收容し、複数本のワイヤーカーボン部材で充填されていることを特徴とする請求項 6 または請求項 7 のいずれかに記載されたヒータ。

【請求項 9】 前記ワイヤーカーボン部材と前記カーボ

ンワイヤー発熱体は互いに同一の構成材料によって形成されており、前記ワイヤーカーボン部材の数は前記カーボンワイヤー発熱体は 5 倍以上であることを特徴とする請求項 8 に記載されたヒータ。

【請求項 10】 前記封止端子部はガラス部、グレイデッド・シール部、タングステンガラス部を含むガラス管から構成され、前記接続線はタングステンガラス部でピンチ・シールされるとともに、前記ガラス部は前記小径あるいは大径ガラス部に融着されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載されたヒータ。

【請求項 11】 前記ガラス部が石英ガラス材からなることを特徴とする請求項 10 に記載されたヒータ。

【請求項 12】 前記封止端子部はカーボンワイヤー発熱体と電氣的に接続される内接続線と、電力が供給される外接線と、前記内接続線と前記外接線をそれぞれ保持する複数の溝が外周面に形成されたガラス体と、前記内接続線と前記外接線を電氣的に接続する導電箔と、前記内接続線と前記外接線の先端部が前記ガラス体から突出した状態で内部に収納すると共に前記ガラス体の外周面と融着されるガラス管と、前記ガラス管の一端部を閉塞する閉塞部とから構成され、前記ガラス管の他端部がカーボンワイヤー発熱体を封入する小径ガラス管、大径ガラス管、あるいは板状ガラス体と融着されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のヒータ。

【請求項 13】 前記ガラス体が石英ガラス材からなることを特徴とする請求項 12 に記載されたヒータ。

【請求項 14】 前記小径ガラス管部が前記カーボンワイヤー発熱体を封入する U 字状あるいは螺旋状の小径ガラス管と一体物であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載されたヒータ。

【請求項 15】 前記小径のガラス管部と、カーボンワイヤー発熱体を封入する U 字状或いは螺旋状の小径のガラス管とを大径のガラス管で覆ったことを特徴とする請求項 14 に記載されたヒータ。

【請求項 16】 前記カーボンワイヤー発熱体を收容する溝が外周面に形成された中実のガラス体の下方に、前記ワイヤーカーボン部材が圧縮収納された小径ガラス管を一体もしくは分離して配置するとともに、前記外周面にカーボンワイヤー発熱体が取付けられた中実のガラス体と小径ガラス管を大径のガラス管で覆い、前記中実のガラス体の外周面と大径ガラス管とが融着されていることを特徴とする請求項 1 に記載されたヒータ。

【請求項 17】 前記大径ガラス管、小径ガラス管及び中実のガラス体が石英ガラス材からなることを特徴とする請求項 16 に記載されたヒータ。

【請求項 18】 前記カーボンワイヤー発熱体を封入する溝が一面に形成された細長平板状の第一のガラス体と、第一のガラス体と融着され前記溝を閉塞する第二のガラ

ス体とによって構成されることを特徴とする請求項1に記載されたヒータ。

【請求項19】 前記封止端子部を構成するガラス管が独立して2個存在し、各々がガラス部、グレイデッドシール部、タングステンガラス部によって構成され、接続線はタングステンガラス部でシールされると共に、前記ガラス部がカーボンワイヤー発熱体を封入する小径あるいは大径ガラス管と融着されることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれかに記載されたヒータ。

【請求項20】 前記ガラス管及びガラス部が石英ガラス材からなることを特徴とする請求項19に記載されたヒータ。

【請求項21】 前記ガラス体が複数の板状もしくは湾曲板状のガラスを対向面で融着一体化させたものであり、少なくとも1つの板状ガラス体の一面に配線用溝を形成しそこにカーボンワイヤー発熱体を配置し、この配線用溝以外の面部で他の板状ガラス体と融着一体化されていることを特徴とする請求項4または請求項5に記載されたヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はヒータに関し、より詳細には、カーボンワイヤー発熱体を石英ガラス部材中に封入した棒状ヒータ、板状ヒータに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造プロセスでは、酸化、拡散あるいはCVD処理等の各種熱処理においてその熱処理雰囲気において、厳密な温度管理が求められる。また、半導体製造プロセスでは、他の洗浄あるいは研磨等の工程において用いられる洗浄液、研磨液等についても、厳密な温度管理が求められる。これら加熱処理工程での加熱手段としては、温度管理には、一般的にはヒータとして棒状ヒータあるいは板状ヒータが用いられ、この種のヒータとしては、タングステン等からなる発熱体の外側を石英ガラス管で覆ったものが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような、棒状ヒータ、板状ヒータは例えば、洗浄液、研磨液を収容する貯液槽に直接入れられるため、発熱体を覆っている石英ガラス管が万一破損すると、洗浄液、研磨液等を金属汚染することとなり、ひいては研磨、あるいは洗浄したウエハが汚染するという技術的課題があった。また、前記石英ガラス管が破損しなくとも、前記発熱体から前記石英ガラス管を介して、洗浄液、研磨液等を徐々に金属汚染するという技術的課題があった。

【0004】本発明者等は、前記したような金属質発熱体に比べて、特に半導体製造用ヒータとして、極めて好適に使用することができるカーボンワイヤー発熱体を用いたものを、既に、特願平10-254513号として提案している。前記カーボンワイヤー発熱体は、極細い

カーボン繊維を束ねたカーボンファイバー束を複数束編み上げて作製したものであり、従来の金属発熱体に比べて、熱容量が小さく昇降温特性に優れ、また非酸化性雰囲気中では高温耐久性にも優れている。また、細いカーボン繊維の繊維束を複数本編んで作製されたものであるため、むくのカーボン材からなる発熱体に比べフレキシビリティに富み、半導体製造用ヒータとして種々の構造、形状に容易に加工できるという利点を有している。

【0005】本発明は、前記カーボンワイヤー発熱体を用いることによって、上記したヒータが有する技術的課題を解決するためになされたものであり、洗浄液、研磨液等を収容する貯液槽に直接入れ、液体を升温させるのに適したヒータを提供することを目的とするものである。特に、本発明は、洗浄液、研磨液等の金属汚染を防止することができるヒータを、また、洗浄液、研磨液等を収容する貯液槽に直接入れても破損することがない、機械的強度が高いヒータを提供することを目的とするものである。更に、本発明は、半導体の上記各種熱処理において、この熱処理雰囲気の金属汚染を防止し、また機械的強度が高く、耐用寿命の長いヒータを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記技術的課題を解決するためになされた本発明にかかるヒータは、大径ガラス管と、前記ガラス管内に封入され両端部を有するカーボンワイヤー発熱体と、圧縮されたワイヤーカーボン部材が充填され該圧縮されたワイヤーカーボン部材が前記カーボンワイヤー発熱体の両端部を挟持する状態の小径ガラス管部と、前記圧縮されたワイヤーカーボン部材に挟持された電力供給用の接続線を有する封止端子部を含み、前記接続線と前記カーボンワイヤー発熱体は前記ワイヤーカーボン部材を介して互いに電気的に接続されていることを特徴としている。

【0007】また、本発明にかかるヒータは、両端部を有するカーボンワイヤー発熱体と、圧縮されたワイヤーカーボン部材が充填され該圧縮されたワイヤーカーボン部材が前記カーボンワイヤー発熱体の両端部を挟持して前記カーボンワイヤー発熱体を封入する小径ガラス管部と、前記圧縮されたワイヤーカーボン部材に挟持された電力供給用の接続線を有する封止端子部を含み、前記接続線と前記カーボンワイヤー発熱体は前記ワイヤーカーボン部材を介して互いに電気的に接続されていることを特徴としている。ここで、前記大径ガラス管及び小径ガラス管のいずれもが石英ガラス材からなることが、半導体製造用ヒータとしてはその高純度性から望ましい。

【0008】更に、本発明にかかるヒータは、板状ガラス体と、前記板状ガラス体内に封入され両端部を有するカーボンワイヤー発熱体と、圧縮されたワイヤーカーボン部材が充填され該圧縮されたワイヤーカーボン部材が前記カーボンワイヤー発熱体の両端部を挟持する状態の

小径ガラス管部と、前記圧縮されたワイヤーカーボン部材に挟持された電力供給用の接続線を有する封止端子部を含み、前記接続線と前記カーボンワイヤー発熱体は前記ワイヤーカーボン部材を介して互いに電氣的に接続されていることを特徴としている。ここで、前記板状ガラス体が石英ガラス材からなることが望ましい。

【0009】このように、本発明にかかるヒータは、ワイヤーカーボン材間に接続線が圧縮状態で収容されているため、ワイヤーカーボンの炭素成分が還元性の作用をし、接続線の酸化の増大を抑制することができる。その結果、接続線の酸化に伴うスパークの発生を防止することができる。また、ワイヤーカーボン材が圧縮収納された部分に、カーボンワイヤー発熱体及び接続線が取り付けられるため、カーボンワイヤー発熱体によって高温になっても、接続が緩んでしまうことがなく、良好な電氣的接続状態が維持される。更に、カーボンワイヤー発熱体を用いているために、前記発熱体から前記ガラス管を介して、洗浄液、研磨液等の金属汚染を防止することができる。

【0010】ここで、前記ワイヤーカーボン材及びカーボンワイヤー発熱体は、小径のガラス管部の軸線方向と略平行に、圧縮された状態で収容されていることが望ましい。また前記ワイヤーカーボン材及びカーボンワイヤー発熱体は、カーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束編み上げてなる編組形状、あるいは組紐形状に形成されていることが望ましい。

【0011】このように、ワイヤーカーボン材及びカーボンワイヤー発熱体が、小径ガラス管部の軸線方向と略平行に、圧縮された状態で収容されているため、カーボンワイヤー発熱体によって高温になっても、ワイヤーカーボン材とカーボンワイヤー発熱体との接続もしくは、接続線との接続が緩んでしまうことがなく、良好な電氣的接続状態が維持される。特に、前記ワイヤーカーボン材及びカーボンワイヤー発熱体が、カーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束編み上げてなる編組形状、あるいは組紐形状に形成されている場合には、小径ガラス管部の径方向に弾性を有しているため、接続線は確実に保持され、接続が緩んでしまうことがなく、良好な電氣的接続状態が維持される。

【0012】また、前記小径ガラス管部には、前記カーボンワイヤー発熱体が1本もしくは数本以上収納され、ワイヤーカーボン材が複数本収容されていることが望ましく、前記ワイヤーカーボン材及びカーボンワイヤー発熱体が同一の構成材料によって形成されている場合には、ワイヤーカーボン材の本数が、前記カーボンワイヤー発熱体の本数の5倍以上であることが望ましい。

【0013】このように、ワイヤーカーボン材の本数がカーボンワイヤー発熱体の本数以上であれば、ワイヤーカーボン材による発熱を、低下させることができる。また、カーボンワイヤー発熱体と接続線との間にワイヤー

カーボン材が介在するために、カーボンワイヤー発熱体の熱が極力伝わらないようにすることができ、封止端子部の高温劣化を防止することができる。特に、ワイヤーカーボン材の本数が、前記カーボンワイヤー発熱体の本数の5倍以上である場合には、上記した著しい効果を得ることができる。

【0014】また、封止端子部を構成するガラス管は、ガラス部、グレイデッドシール部、タングステンガラス部によって構成され、接続線は前記タングステンガラス部でピンチシールされると共に、前記ガラス部がカーボンワイヤー発熱体を封入する小径あるいは大径ガラス管と融着されることが望ましい。このように、封止端子部を構成するガラス管が構成されているため、封止端子部の構成をより簡略化することができ、それに伴い部品の数の削減、作業工数を削減することができる。また大径ガラス管等と融着して一体化するガラス管を、大径ガラス管等との融着側から、ガラス部、グレイデッド(Graded)シール部、タングステン(W)ガラス部としたため、高温時等において破損を防止することができる。ここで、前記ガラス部は石英ガラス材からなることが半導体製造用ヒータとしてはその高純度性から望ましい。

【0015】また、前記封止端子部は、カーボンワイヤー発熱体と電氣的に接続される内接続線と、電力が供給される外接続線と、前記内接続線と外接続線をそれぞれ保持する複数の溝が外周面に形成されたガラス体と、前記内接続線と外接続線とを電氣的に接続する導電箔と、前記内接続線及び外接続線の先端部が前記ガラス体から突出した状態で内部に収納すると共に前記ガラス体の外周面と融着されるガラス管と、前記ガラス管の一端部を閉塞する閉塞部とから構成され、前記ガラス管の他端部がカーボンワイヤー発熱体を封入する小径ガラス管、大径ガラス管、あるいは板状ガラス体と融着されることが望ましい。上記のようにカーボンワイヤー発熱体及びワイヤーカーボン材が圧縮収容されているため、封止端子部の内接続線を前記圧縮部に差し込むことによって、カーボンワイヤー発熱体と封止端子部とを容易に接続することができる。また確実に接続されるために、スパーク、ショート等の事故を防止することができる。ここで、前記ガラス体が石英ガラス材からなることが半導体製造用ヒータとしてはその高純度性から望ましい。

【0016】また、小径ガラス管部が、前記カーボンワイヤー発熱体を封入するU字状あるいは螺旋状の小径ガラス管と一体物であることが望ましい。このように、小径ガラス管部が、前記カーボンワイヤー発熱体を封入するU字状あるいは螺旋状の小径ガラス管と一体物とされることによって、カーボンワイヤー発熱体を封入するガラス管を単管とすることができ、発熱体封入部の低熱容量化を達成でき、熱応答性の良いヒータを得ることができる。

【0017】また、前記小径ガラス管部及びカーボンワ

ワイヤー発熱体を封入するU字状あるいは螺旋状の小径ガラス管を、大径ガラス管で覆うことが好ましく、大径ガラス管で覆うことによって、機械的強度の強い、信頼性の高いヒータを得ることができる。

【0018】更に、カーボンワイヤー発熱体を収容する溝が外周面に形成された中実のガラス体の下方に、前記ワイヤーカーボン材が圧縮収納された小径ガラス管を一体もしくは分離して配置すると共に、前記外周面にカーボンワイヤー発熱体が取付けられた中実のガラス体と小径ガラス管を大径のガラス管で覆い、前記中実のガラス体の外周面と大径ガラス管とが融着されていることが望ましい。このように、中実のガラス体を用い、中実のガラス体の外周面と大径ガラス管とを融着することによって、機械的強度のより高い、信頼性のより高いヒータを得ることができる。

【0019】なお、上述の本発明でいう小径ガラス管とは、少なくともその内径が、5～15mm程度（好ましくは5～15mm）のものを意味する。この小径ガラス管において、特に複数のワイヤーカーボン材が圧縮収納されている部分の内径が、5mm未満では、この部分での発熱量が大きくなりすぎ好ましくなく、また、15mmを越えると棒状ヒータあるいは板状ヒータが必要以上に大型化することから好ましくない。また、この小径ガラス管の厚さは、1～2mm程度（好ましくは1～2mm）であり、本発明でいう大径ガラス管とは、少なくとも2本の小径ガラス管の外径の和より、大きな内径を有するガラス管を意味する。つまり、内径が14mmを越えるものである。更に、前記大径ガラス管、小径ガラス管及び中実のガラス体が石英ガラス材からなることが半導体製造用ヒータとしてはその高純度性から望ましい。

【0020】また、前記カーボンワイヤー発熱体を収容する溝が一面に形成された細長平板状の第1のガラス体と、第1のガラス体と融着され前記溝を閉塞する第2のガラス体とによって、カーボンワイヤー発熱体を封入するガラス管を構成することが望ましい。このように、細長平板状のガラス体を用いることによって、細長平板状の発熱体部を形成することができ、機械的強度のより高い、信頼性のより高いヒータを得ることができる。

【0021】なお、カーボンワイヤー発熱体を封入するガラス管は通常の円筒の管のみならず、前記したように細長平板状のガラス体を融着して形成される細長平板状のものも含まれる。ここで、前記細長平板状の第1及び第2のガラス体は、いずれも石英ガラス材からなることが半導体製造用ヒータとしてはその高純度性から望ましい。

【0022】また、封止端子部を構成するガラス管が独立して2個存在し、各々がガラス部、グレイデッドシール部、タングステンガラス部によって構成され、接続線はタングステンガラス部でシールされると共に、前記ガラス部がカーボンワイヤー発熱体を封入する小径あるい

は大径ガラス管と融着されることが望ましい。このように構成することにより、接続線間のグロー放電をより確実に防止することができる。ここで、前記ガラス管及びガラス部が石英ガラスからなることが半導体製造用ヒータとしてはその高純度性から望ましい。

【0023】また、ガラス体が複数の板状もしくは湾曲板状のガラスを対向面で融着一体化させたものであり、少なくとも1つの板状もしくは湾曲板状のガラス体の一面に配線用溝を形成しそこにカーボンワイヤー発熱体を配置し、この配線用溝以外の面部で他の板状ガラス体と融着一体化されていることが望ましい。このように、融着一体化されているため、高い機械的強度を得ることができる。

【0024】以上のように、本発明にかかるヒータは、洗浄液、研磨液等を収容する貯液槽に直接入れ、液体を昇温させるのに適している。特に、本発明は、洗浄液、研磨液等の金属汚染を防止することができ、また、洗浄液、研磨液等を収容する貯液槽に直接入れても破損することがない、高い機械的強度を備えている。さらに、以上のように本発明にかかるヒータは、半導体の各種熱処理においても、この熱処理雰囲気中の金属汚染を防止し、機械的強度が高く、かつ耐用寿命が長いという顕著な効果を奏する。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を図面を参照して更に詳細に説明する。なお、図1は、本発明にかかる棒状ヒータの第1の実施形態を示す斜視図であり、図2は、図1の内接続線とカーボンワイヤー発熱体の接続部分を示す図、図3は、カーボンワイヤーを示す図、図4はそれに用いられる封止端子を示す斜視図である。図5は、図4に用いられている導電箔と内接続線及び外接接続線の接続状態を示す図であり、図6は、図4に示されている石英ガラス体の斜視図である。

【0026】図1に示されている棒状ヒータ1は、カーボンワイヤー発熱体2と、前記カーボンワイヤー発熱体2を収納する、両端が開放されたU字状の小径の石英ガラス管3と、前記小径の石英ガラス管3の両端部3a、3bに圧縮収納されたワイヤーカーボン材Aと、前記小径の石英ガラス管3を収容すると共に、一端が閉塞されかつ他端が開放された大径の石英ガラス管4と、前記大径の石英ガラス管4の開放された端部に取り付けられた、カーボンワイヤー発熱体2と接続される内接続線11a、11bと電力が供給される外接接続線12a、12bとを備える封止端子部10とから構成されている。

【0027】なお、前記小径の石英ガラス管3は、その頂部において大径の石英ガラス管4の内部に固定部5を介して固定されている。前記固定部5は小径の石英ガラス管3の頂部に突起を形成し、大径の石英ガラス管4の内部に小径の石英ガラス管3を収納した状態で大径の石英ガラス管4の外側から、前記突起を溶かし、大径の石

英ガラス管4の管壁に融着することによって形成される。

【0028】前記カーボンワイヤー発熱体2としては、図3に示すような複数本のカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束用いてワイヤー状に編み込んだもの等が用いられる。このカーボンワイヤー発熱体2は小径の石英ガラス管3の内部を挿通させ、図2(a)に示すように、その開放した両端部3a、3bの端面部、あるいは端面部近傍まで延設される。また、前記小径の石英ガラス管3の両端部3a、3bには、図3に示すような複数本のワイヤーカーボン材Aが圧縮収納されている。そのため、図2に示すように、前記カーボンワイヤー発熱体2は、圧縮収納された複数本のワイヤーカーボン材Aの中に圧縮された状態で埋設される。

【0029】なお、図2に示すように、前記ワイヤーカーボン材A及びカーボンワイヤー発熱体2は、小径の石英ガラス管3の両端部3a、3bの軸線方向と略平行に、圧縮された状態で収容されている。また、図1には、小径の石英ガラス管3として、U字状のものを示したが、特にこの形状に限定されるものではなく、必要に応じてW字状、螺旋状等の形状であっても良い。また、図1では、小径の石英ガラス管3において、両端部3a、3bが予め一体化されているものを示しているが、これに限らず当該両端部3a、3bが別体として分離されていてもよく、またこれらをU字状の小径の石英ガラス管の両端に後から溶接したものであっても良い。

【0030】前記カーボンワイヤー発熱体2の具体例としては、直径5乃至15 $\mu$ mのカーボンファイバー、例えば、直径7 $\mu$ mのカーボンファイバーを約300乃至350本程度束ねたファイバー束を9束程度用いて直径約2mmの編紐、あるいは組紐形状に編み込んだ等のカーボンワイヤーが用いられる。前記の場合において、ワイヤーの編み込みスパンは2乃至5mm程度であり、カーボンファイバーによる表面の毛羽立ちは0.5乃至2.5mm程度である。なお、前記毛羽立ちとは、図3の符号aに示すような、カーボンファイバーが切断されたものの一部が、カーボンワイヤーの外周面から突出したものである。

【0031】前記カーボンワイヤー発熱体2は、小径の石英ガラス管3の内部において、前記した毛羽立ちaのみが小径の石英ガラス管3の内側壁と接触し、カーボンワイヤー発熱体2の本体は接触しないように構成することが好ましい。そのようにすることによって、前記したような石英ガラス( $\text{SiO}_2$ )とカーボンワイヤー発熱体2の炭素(C)との高温で反応が極力抑えられ、石英ガラスの劣化、カーボンワイヤーの耐久性の低下は抑制される。このような構成とするためには、前記カーボンワイヤー発熱体の直径及び本数に対し、上記小径の石英ガラス管の内径を適宜選定すれば良い。

【0032】また、発熱性状の均質性、耐久安定性等の

観点及びダスト発生回避上の観点から、前記カーボンファイバーは、高純度であることが好ましく、特に、ヒータ1が、半導体製造プロセスにおけるウエハ等の熱処理用に用いられるものである場合には、カーボンファイバー中に含まれる不純物量が灰分(日本工業規格JIS R 7223-1979)として10ppm以下であることが好ましい。より好ましくは、カーボンファイバー中に含まれる不純物量が灰分として3ppm以下であることが好ましい。

【0033】また、ワイヤーカーボン材Aの具体例について説明すると、前記したカーボンワイヤー発熱体2と同様な、直径5乃至15 $\mu$ mのカーボンファイバー、例えば、直径7 $\mu$ mのカーボンファイバーを約300乃至350本程度束ねたファイバー束を9束程度用いて直径約2mmの編紐、あるいは組紐形状に編み込んだ等のカーボンワイヤーが用いられる。前記の場合において、ワイヤーの編み込みスパンは2乃至5mm程度であり、カーボンファイバーによる表面の毛羽立ちは0.5乃至2.5mm程度である。なお、前記毛羽立ちとは、図3の符号aに示すような、カーボンファイバーが切断されたものの一部が、カーボンワイヤーの外周面から突出したものである。

【0034】前記ワイヤーカーボン材Aは、カーボンワイヤー発熱体2と同一もしくは、少なくともカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数編み上げてなる編紐あるいは組紐形状である点において同等の構成材料からなるのが好ましい。なお、同一の構成材料とは、カーボンファイバー直径、カーボンファイバーの束ねた本数、ファイバー束を束ねる束数、編み込み方、編み込みスパン長さ、毛羽立ち長さ、材質が同一であることが好ましい。なお、カーボンワイヤー発熱体2の場合と同様に、半導体製造プロセスにおけるウエハ等の熱処理用に用いられるものである場合には、ワイヤーカーボン材Aのカーボンファイバー中に含まれる不純物量が灰分として10ppm以下であることが好ましい。より好ましくは、カーボンファイバー中に含まれる不純物量が灰分として3ppm以下であることが好ましい。

【0035】そして、小径の石英ガラス管3の両端部3a、3bに収容されるワイヤーカーボン材Aの本数は、カーボンワイヤー発熱体2の本数以上が収容されるのが良い。より好ましくは、カーボンワイヤー発熱体2の本数の5倍以上の本数が、ワイヤーカーボン材Aとして収容されているのが良い。具体的に説明すれば、例えばカーボンワイヤー発熱体2が1本のときワイヤーカーボン材Aが14本、あるいはカーボンワイヤー発熱体2が2本のときワイヤーカーボン材Aが12本等、5倍以上の本数がワイヤーカーボン材Aとして用いられるのが好ましい。

【0036】前記のように、カーボンワイヤー発熱体2とワイヤーカーボン材Aとして例示した、直径7 $\mu$ mの

カーボンファイバーを約300乃至350本程度束ねたファイバー束を9束程度用いて直径約2mmの編組、あるいは組紐形状に編み込んだ等のカーボンワイヤーの電気抵抗は、室温で略 $10\Omega/1m \cdot 1本$ 、 $1000^\circ C$ で $5\Omega/1m \cdot 1本$ である。また、前記カーボンワイヤーを5本束ねたときの電気抵抗は、室温で略 $2\Omega/1m \cdot 1本$ 、 $1000^\circ C$ で $1\Omega/1m \cdot 1本$ である。 50%

【0037】したがって、ワイヤーカーボン材Aとして、小径石英ガラス管3a、3bに前記カーボンワイヤーが5本、圧縮収容されている場合には、前記したように室温で略 $2\Omega/1m \cdot 1本$ 、 $1000^\circ C$ で $1\Omega/1m \cdot 1本$ となり、電気抵抗が $1/5$ （ $1/本数$ ）となり、低下する。その結果、ワイヤーカーボン材Aによる発熱を、カーボンワイヤー発熱体2の発熱に比べ、極端に低下させることができる。また、カーボンワイヤー発熱体2と後述する内接続線11a、11bとの間にワイヤーカーボン材Aが介在するために、カーボンワイヤー発熱体2の熱が内接続線11a、11bに極力伝わらないようにすることができ、封止端子部10の高温劣化を防止することができる。

【0038】なお、カーボンワイヤー発熱体2の場合と同様に、石英ガラス（ $SiO_2$ ）とワイヤーカーボン材Aの炭素（C）との高温で反応が極力抑えられ、石英ガラスの劣化、カーボンワイヤーの耐久性の低下は抑制される。

【0039】次に、封止端子部10、また封止端子部10の内接続線とカーボンワイヤー発熱体2との接続関係について、図4乃至図6に基づいて説明する。前記したように小径の石英ガラス管3の開放した端部3a、3b内には、ワイヤーカーボン材Aが圧縮、収納されている。そして図1、図2に示すように、前記ワイヤーカーボン材Aの中に前記カーボンワイヤー発熱体2が収容されると共に、後述する封止端子部10の内接続線11a、11bとが収容されるように構成されている。

【0040】また、封止端子部10は、小径の石英ガラス管3の開放端部3a、3b内に収納されているカーボンワイヤーの圧縮部と接続される内接続線11a、11bと、図示しない電源に接続される外接線12a、12bと、前記大径石英ガラス管4に挿入できる径を有する石英ガラス管13と、前記石英ガラス管13の内壁と密着してに収納される石英ガラス体14と、前記石英ガラス体14の外周面に形成された内外接続線を保持する溝14aと、石英ガラス体14の外周面に保持された内外接続線を電氣的に接続する導電箔であるMo（モリブデン）箔15a、15bと、前記石英ガラス管13の端部を閉塞する閉塞部材16とから構成されている。

【0041】なお、図1には、石英ガラス管13が前記大径石英ガラス管4に挿入される径を有している場合を図示したが、特にこれに限定されるものではなく、前記大径石英ガラス管4を挿入できる径を有する石英ガラス

管13であっても良く、また、大径石英ガラス管4と同一の径を有する石英ガラス管13であっても良い。すなわち、石英ガラス管13と大径石英ガラス管4とが、溶接等の手段によって、一体化することができるものであれば良い。

【0042】ここで、前記内接続線11a、11b及び外接線12a、12bはMo（モリブデン）、あるいはW（タングステン）棒からなり、その直径は1mm乃至3mmに形成されている。前記内接続線11a、11b及び外接線12a、12bの直径は、必要に応じて適宜選択することができるが、直径が小さすぎる場合には、大きな電気抵抗となるため好ましくない。また直径が大きすぎる場合には、端子自体が大きくなるため好ましくない。なお、内接続線11a、11bは、小径石英ガラス管3内に圧縮収納されているカーボンワイヤーに容易に接続ができるように、その先端部は尖っている。

【0043】また、内接続線11a、11b及び外接線12a、12bの端部は、前記石英ガラス体14の外周面に形成された内外接続線を保持する溝14aに収納され、収納した際内接続線11a、11b及び外接線12a、12bの外周面が石英ガラス体14の外周面から余り突出しないように形成されている。また、内接続線11a、11bと外接線12a、12bとは、溝14aに収納した状態にあつては、石英ガラス体14によって電氣的に絶縁され、導電箔であるMo（モリブデン）箔15a、15bによって電氣的に導通される。なお、内接続線11a、11bと外接線12a、12bとは、図5に示すように、Mo（モリブデン）箔15a、15bの一面に所定の間隔をおいて、その上部及び下部にスポット溶接で固定、接続される。前記スポット溶接は図5のb方向からなされる。

【0044】前記内接続線11aと外接線12aとが固定された前記Mo（モリブデン）箔15a、15bは、石英ガラス体14の外周面に沿うように取り付けられている。なお、Mo箔15aとMo箔15bとは、電氣的なショートを避けるため一定の隙間Sが設けられている。

【0045】また、前記石英ガラス管13との端部を閉塞し、Mo（モリブデン）箔15a、15bと外接線12a、12bの酸化を防止するための閉塞部材16として、 $Al_2O_3$ 粉を主成分としたセメント部材が装填されている。このセメント部材は、例えばアルミナ粉に水を添加し、 $200^\circ C$ で乾燥固化したものである。

【0046】前記したMo箔15a、15bは $350^\circ C$ 以上で酸素または湿気と反応し酸化物となり、この酸化物に変化する際、体積膨張する。この閉塞部材16は、外気と遮断することにより、Mo箔15a、15bの体積膨張を防止し、石英ガラス管13の破損を防止するために設けられている。閉塞部材として、前記したセメント（ $Al_2O_3$ 質）部材以外に、樹脂や $SiO_2$ 微粉を



用いたセメントを使用することができるが、耐熱性や乾燥時のクラック発生を抑制する観点から  $Al_2O_3$  粉を主成分としたセメント部材を用いるのが好ましい。

【0047】尚、第1の実施形態の棒状ヒータにおける製造手順は、原則的に次の通りである。すなわち、

①小径の石英ガラス管3内へのカーボンワイヤー発熱体2の配置製造（前記小径の石英ガラス管3の両端部における複数ワイヤーカーボン材Aとカーボンワイヤー発熱体2との接続を含む）。

②内接続線11a、11b及び外接線12a、12bの接続を行った封止端子部10の製造。

③上記小径の石英ガラス管3の両端部に收容された複数のワイヤーカーボン材Aへの封止端子部10の前記内接続線11a、11bのつき差し接続。

④U字形状の前記小径の石英ガラス管3の屈曲部の外側を前記一端封じの大径の石英ガラス管4の一端封じの側内部と溶着させる。

⑤前記封止端子部10の内接続線配置側端部と、前記小径の石英ガラス管3全体を覆う一端封じの大径の石英ガラス管4の開放端の溶接（この場合には、予め前記大径の石英ガラス間の開放端付近側壁に図示しない枝管を内通するように接続しておき、ここから窒素ガス等を流しながら、酸水素バーナーで溶接する）。

⑥最終的に、前記図示しない枝管から、大径の石英ガラス管4及び封止端子部10内を1 torrもしくは2 torr以下で減圧した後に、この枝管の接続側端部を酸水素バーナーで加熱し封じると共に、枝管を排除することによって行われる。

【0048】上記したように第1の実施形態では、小径の石英ガラス管3の開放端部3a、3b内にワイヤーカーボン材Aを圧縮、収納し、前記ワイヤーカーボン材Aの中に前記カーボンワイヤー発熱体2を收容すると共に、封止端子部10の内接続線11a、11bが收容されるように構成されている点に特徴がある。なお、小径の石英ガラス管の開放端部は、收容する複数のワイヤーカーボン材Aの本数を増やしたい場合には、小径の石英ガラス管の径よりも適宜大きな径となる構造にしてもよい。

【0049】ワイヤーカーボン材Aを構成するカーボンワイヤーは、微細径のカーボンファイバー束を編紐、あるいは組紐形状に編み込んだものであるため、この中には微量の湿気を含んでいる。またMo（モリブデン）、あるいはW（タングステン）棒からなる内接続線11a、11bは、微量ながら表面が酸化している。更に、図1の大径の石英ガラス管4と石英ガラス管13との溶接して一体化する際には、少なからず酸水素バーナーから酸素が前記石英ガラス管4、13の中に混入する。

【0050】しかしながら、上記特定の構成とすることによって、カーボンワイヤーの炭素成分が還元性の作用をし、Mo（モリブデン）、あるいはW（タングステ

ン）棒からなる内接続線11a、11bの酸化の増大を抑制することができ、その結果、これに伴うスパークの発生を防止することができる。

【0051】また、例えば一般的な有形炭素部材を介して、発熱体と内接続線を接続使用すると、前記炭素部材と内接続線との熱膨張係数の差によって、高温下で良好な接続状態が維持されない場合がある。しかし、第1の実施形態では、石英ガラス管3の端部3a、3bの軸線方向に、略平行に配列された複数本のカーボンワイヤーが圧縮収納された部分に、カーボンワイヤー発熱体2及び内接続線11a、11bが取り付けられるため、カーボンワイヤー発熱体2によって、かかる部分が高温となってもこれらの接続が緩んでしまうことがなく、良好な電氣的接続状態が維持される。更に、カーボンワイヤー発熱体2を用いているために、前記発熱体2から前記石英ガラス管を介して、洗浄液、研磨液等の金属汚染を防止することができる。

【0052】次に、図7に基づいて、第2の実施形態について説明する。なお、図7は棒状ヒータの斜視図であり、図1乃至図6に示された部材と同一、あるいは相当する部材は同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。この実施形態は、図1に示された第1の実施形態と比べて、大径石英ガラス管4を省略した点に特徴がある。すなわち、封止端子部10の石英ガラス管14は、石英ガラスからなる二又キャップ17に取り付けられ、前記二又キャップ17の取付け部17a、17bに前記小径石英ガラス管3の端部3a、3bが取り付けられる。この第2の実施形態にかかる棒状ヒータ1は、前記石英ガラス管14と二又キャップ17、取付け部17a、17bと小径石英ガラス管3の端部3a、3bとを溶接により結合し、一体化したものである。

【0053】このように、大径石英ガラス管4が省略されているため、図1に示された第1の実施形態と比べて、発熱体封入部の熱容量を小さいものとすることができ、熱応答性の高いヒータを実現することができる。なお、小径石英ガラス管3は、図7(a)に図示するようにU字状に特に限定されるものではなく、必要に応じてU字状の小径石英ガラス管3の一端部3bの上方のみを螺旋状に形成したものでもよく、また、その他特殊な形状に形成しても良い。

【0054】尚、第2の実施形態の棒状ヒータにおける製造手順は、原則的に次の通りである。すなわち、

①小径の石英ガラス管3内へのカーボンワイヤー発熱体2の配置製造（前記小径の石英ガラス管3の両端部における複数ワイヤーカーボン材Aとカーボンワイヤー発熱体2との接続を含む）。

②前記小径の石英ガラス管3の両端部3a、3bの端部に二又キャップ17の取付け部17a、17bを各々溶接する（この場合には、予め前記二又キャップ17の取付け部17a、17bとは反対側を図示よりも長く形成

し、かつその端部を封じた構造としておき、しかもこの二又キャップ 17 の取付け部 17a、17b の付近側壁に図示しない枝管を内通するように接続しておく。そして、前記枝管から窒素ガス等を流しながら、酸水素バーナーで溶接する。その後、図示の二又キャップ 17 の如き形状に、取付け部 17a、17b の反対側を切断する。)

③内接続線 11a、11b 及び外接線 12a、12b の接続を行った封止端子部 10 の製造。

④上記小径の石英ガラス管 3 の両端部に收容された複数のワイヤーカーボン材 A への封止端子部 10 の前記内接続線 11a、11b のつき差し接続。

⑤前記封止端子部 10 の内接続線配置側端部と、前記二又キャップの取付け部 17a、17b と反対側の端部の溶接（この場合には、前記②と同様に窒素ガス等を流しながら行う。）。

⑥最終的に、前記図示しない枝管から、前記小径の石英ガラス管 3 及び封止端子部 10 内を 1 torr もしくは 2 torr 以下に減圧した後に、この枝管の接続側端部を酸水素バーナーで加熱し封じると共に、枝管を排除することによって行われる。

【0055】次に、図 8、図 9 に基づいて、第 3 の実施形態について説明する。なお、図 8 は棒状ヒータの側面図であり、図 9 は図 8 に用いられている封止端子部の斜視図である。また図中、図 1 乃至図 7 に示された部材と同一、あるいは相当する部材は同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。この実施形態は、封止端子部の構成をより簡略化したものである。具体的に説明すると、封止端子部 20 を構成するガラス管 21 は、即ち、大径石英ガラス管 4 と融着してあるいは溶接して一体化するガラス管 21 は、大径石英ガラス管 4 との融着側から、石英ガラス部 21a、グレイデッド (Graded) シール部 21b、タングステン (W) ガラス部 21c によって構成されている。そして、小径の石英ガラス管 3 内に圧縮収納されているカーボンワイヤーに接続されるタングステン (W) からなる接続線 22a、22b は、タングステン (W) ガラス部 21c のピンチシール部 21d でピンチシールされる。

【0056】すなわち、ピンチシール部 21d を、接続線を構成するタングステン (W) の熱膨張係数に近いタングステン (W) ガラスで形成すると共に、大径石英ガラス管 4 との融着側を石英ガラスで形成した点に特徴がある。このように、ピンチシール部 21d を、接続線を構成するタングステン (W) の熱膨張係数に近いタングステン (W) ガラスで形成したため、接続線 22a、22b の高温時熱膨張に伴うガラス部（ピンチシール部 21d）の破損を防止することができる。また、棒状ヒータを半導体用のヒータとして用いる場合は、高純度の石英ガラスである大径石英ガラス管 4 が用いられる。そのため、大径石英ガラス管 4 と融着される石英ガラス管 2

1（石英ガラス部 21a）を、大径石英ガラス管 4 と同等あるいは同一の石英ガラスとすることで、熱膨張に伴う破損を防止することができる。また高純度の石英ガラスを用いることにより、金属汚染を防止することができる。

【0057】更に、石英ガラス部 21a とタングステン (W) ガラス部 21c とを間にグレイデッド (Graded) シール部 21b を形成した点にも特徴がある。すなわち、前記石英ガラス部 21a と接する側を石英ガラス組成もしくは、これと熱膨張係数が近似する材料とし、前記 W ガラス部 21b と接する側に向け、 $\text{SiO}_2$  成分と W ガラス成分が徐々に変化し、上記熱膨張係数を W ガラスのそれにより近似するように傾斜分布させた材料からなるグレイデッド (Graded) シール部 21b を石英ガラス部 21a とタングステン (W) ガラス部 21c とを間に設けることにより、高温時熱膨張に伴うガラス管 21 の破損を防止することができる。

【0058】このように、この実施形態は、第 1 の実施形態の場合に比べて、封止端子部の構成をより簡略化することができ、それに伴い部品の数の削減、作業工数を削減することができる。また大径石英ガラス管 4 と融着して、あるいは溶接して一体化するガラス管 21 を、大径石英ガラス管 4 との融着側から、石英ガラス部 21a、グレイデッド (Graded) シール部 21b、タングステン (W) ガラス部 21c としたため、高温時等において破損を極力防止することができる。

【0059】尚、第 3 の実施形態の棒状ヒータにおける製造手順は、原則的に次の通りである。すなわち、

①小径の石英ガラス管 3 内へのカーボンワイヤー発熱体 2 の配置製造（前記小径の石英ガラス管 3 の両端部における複数のワイヤーカーボン材 A とカーボンワイヤー発熱体 2 との接続を含む）。

②前記 W 接続線 22a、22b をピンチシールで固定した封止端子部 20 の製造。

③前記小径の石英ガラス管 3 の両端部 3a、3b に收容された複数のワイヤーカーボン材 A への封止端子部 10 の前記 W 接続線 22a、22b のつき差し接続。

④U 字形の前記小径の石英ガラス管 3 の屈曲部の外側を前記一端封じの大径の石英ガラス管 4 の一端封じの側内部と溶着させる。

⑤前記一端封じの大径の石英ガラス管 4 の開放端と前記封止端子部 20 の開放端の溶接（この場合には、予め前記大径の石英ガラス管 4 の開放端付近側壁に、図示しない枝管を内通するように接続しておき、ここから窒素ガス等を流し込みながら酸水素バーナーで溶接する）。

⑥最終的に、前記図示しない枝管から、大径の石英ガラス管 4 及び封止端子部 20 内を 1 torr もしくは 2 torr 以下で減圧した後に、この枝管の接続側端部を酸水素バーナーで加熱し封じると共に、枝管を排除することによって行われる。

【0060】次に、図10乃至図12に基づいて、第4の実施形態について説明する。なお、図10は棒状ヒータの一部側面図であり、図11は図10に用いられている石英ガラス体及び石英ガラス管を示す概略図である。図12は製造方法を示す概略図である。また図中、図1乃至図9に示された部材と同一、あるいは相当する部材は同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。この実施形態は、中実の石英ガラス体6の外周面に形成された溝6aにカーボンワイヤー発熱体2を収容した点に特徴がある。

【0061】すなわち、この実施形態の棒状ヒータ1は、ワイヤーカーボン材Aを圧縮収納した小径石英ガラス管3a、3bの上方に、カーボンワイヤー発熱体2を収容する溝6aが外周面に形成された石英ガラス体6を一体的あるいは分離して設け、前記外周面にカーボンワイヤー発熱体2が取り付けられた石英ガラス体6を、一端が閉塞されかつ他端が開放された石英ガラス管4に収容し、石英ガラス体6を石英ガラス管4で覆ったものである。なお、図には第3の実施形態に示した封止端子20を示したが、封止端子部は第1の実施形態に示した封止端子10を用いることもできる。

【0062】前記石英ガラス体6は、図11(a)に示すように、中実円柱体であって、その外周面には軸線に沿って直線状に180°の間隔をおいて2つの溝6aが設けられている。この溝6aは前記石英ガラス体6の頂部にも形成され、カーボンワイヤー発熱体2は一の溝6aから頂部の溝6aを通して他の溝6aに、引き回されている。なお、溝6aとして直線状のものを示したが、特にこれに限定されるものではなく、石英ガラス体6の外周面において螺旋状に形成されているものであっても良い。この螺旋状の場合には、直線状の場合と比べて発熱量を大きくすることができる。

【0063】石英ガラス管4は、第1、第3の実施形態に用いたものを用いることができ、前記石英ガラス体6を石英ガラス管4に収容した際、半径方向の空隙を極力生じないものを用いるのが良い。このように、石英ガラス管4と石英ガラス体6との間の空隙がほとんどない場合には、棒状ヒータの機械的強度が増大する。

【0064】特に、前記石英ガラス体6の外周面と石英ガラス管4の内周面とが、融着した場合には、棒状ヒータの機械的強度がより増大する。この融着方法について、図12に基づいて説明する。まず、石英ガラス体6の外周面の溝6aにカーボンワイヤー発熱体2を収容し、カーボンワイヤー発熱体2の両端部に、小径石英ガラス管3a、3bを複数のワイヤーカーボン材Aを用いて固定した後に、この石英ガラス体6を石英ガラス管4の開放端部から挿入する。挿入後、石英ガラス管4の外周面の先端部から、後端部（封止端子部側）に向かって、酸水素バーナ30によって、1300℃以上加熱し、徐々に軟化融着させる。

【0065】このとき、石英ガラス管4及び石英ガラス体6は、酸水素バーナ30に対して回転すると共に、石英ガラス管4内部が100 torr以下に減圧されているため、外圧によって石英ガラス管4は径方向に収縮し、石英ガラス管4は石英ガラス体6と融着する。このように、石英ガラス体6と石英ガラス管4とが融着により一体化することによって、棒状ヒータの機械的強度がより増大し、破損を防止することができる。

【0066】尚、第4の実施形態の棒状ヒータにおける製造手順は、原則的に次の通りである。すなわち、

①石英ガラス体6の外周面の溝6aにカーボンワイヤー発熱体2を収容し、カーボンワイヤー発熱体2の両端部に、小径石英ガラス管3a、3bを複数のワイヤーカーボン材Aを用いて固定した後に、この石英ガラス体6を石英ガラス管4を開放端部から挿入する。

②前記石英ガラス管4の開放端側に、これとほぼ同一の形を有する一端封じの石英ガラス管（図示せず）を仮溶接する（この場合には、前記石英ガラス管4の開放端付近側壁に図示しない枝管を内通するように接続しておき、ここからN<sub>2</sub>ガスを流しながら酸水素バーナーで溶接する）。

③前記枝管から前記石英ガラス管4内を100 torr以下に減圧しながらガラス管4の外周面の先端部から、後端部（封止端子部側）に向かって、バーナー30によって、1300℃以上加熱し、徐々に軟化融着させる。

④前記仮溶接した一端封じの石英ガラス管を切断等によって排除する。

⑤予め、前述の第3の実施形態と同様に製造しておいたW接続線22a、22bがピンチシールされた封止端子部20の開放端を前記石英ガラス管の開放端に溶接する（この場合、前記枝管からN<sub>2</sub>ガスを流しながら酸水素バーナーで溶接する）。

⑥最終的に、前記図示しない枝管から、大径の石英ガラス管4及び封止端子部20内を1 torrもしくは2 torr以下に減圧した後に、この枝管の接続側端部を酸水素バーナーで加熱し封じると共に、枝管を排除することによって行われる。

【0067】また、前記石英ガラス体6を構成する石英ガラス材として、その熔融軟化温度、即ち、1430℃における粘性が3.0×10<sup>10</sup>ポイズ以上、より好ましくは3.1×10<sup>10</sup>乃至3.4×10<sup>10</sup>ポイズ、の高粘性石英ガラスを選択して使用する。前記石英ガラス体6を構成する石英ガラスには、棒状ヒータ1の支持部材として、高温での安定した形状保持性、即ち所定温度での耐熱変形性を備えることが必要とされるからである。また、石英ガラス管4を構成する石英ガラス材は、石英ガラス体6を構成する石英ガラス材と同じ材質でもよいが、より好ましくは、その粘性が、石英ガラス体6の粘性の0.05乃至0.85倍、特に好ましくは、0.35乃至0.55倍の範囲にある低粘性石英ガラスを使用

する。このように、石英ガラス体6の高粘性石英ガラスに、石英ガラス管4の特定低粘性石英ガラスを組み合わせることにより、両者の融着時に過度の変形が生ずることなく、しかも接合面に未融着部分が生ずることなく所定形状に一体化することができる。

【0068】ここで、石英ガラス管4に用いる石英ガラスの粘性が、石英ガラス体6に用いる石英ガラスの粘性の0.05倍より小さい場合は、融着時の粘性が低すぎるため、石英ガラス管4の一部が、石英ガラス体6の溝6a内部に垂れ下がってしまい、溝6a内に收容配置されているカーボンワイヤー発熱体2と接触する。そして、この接触部において、石英ガラス( $\text{SiO}_2$ )とカーボンワイヤー発熱体2の炭素(C)とが高温で反応して発熱体自体や溝6aの石英ガラスの劣化を招来し、この結果、発熱体2の長さ方向における発熱ムラを生じさせたり、その耐久性を低下させる。したがって、石英ガラス管4に用いる石英ガラスの粘性が、石英ガラス体6に用いる石英ガラスの粘性の0.05倍以上が好ましく、特に、石英ガラス体6に用いる石英ガラスの粘性の0.35倍以上が好ましい。

【0069】また、石英ガラス管4に用いる石英ガラスの粘性が、石英ガラス体6に用いる石英ガラスの粘性の0.85倍より大きい場合は、完全な融着に高温かつ長時間必要となり、カーボンワイヤーの劣化を招きかねない。したがって、石英ガラス管4に用いる石英ガラスの粘性が、石英ガラス体6に用いる石英ガラスの粘性の0.85倍以下が好ましく、特に、石英ガラス体6に用いる石英ガラスの粘性の0.5倍以下が好ましい。

【0070】なお、上記第4実施形態において説明した、融着を第1、第3の実施形態に適用することができる。すなわち、大径の石英ガラス管4を小径の石英ガラス管3に融着させて機械的強度を増大させることができる。

【0071】また、図13(a)に示すように細長平板状の第1の石英ガラス板31と、一面にカーボンワイヤー発熱体が収納されるU字状の溝32aが形成された細長平板状の第2の石英ガラス板32とを、図13(b)に示すように重ね、その後、図13(c)に示すように融着することにより、カーボンワイヤー発熱体2を封入した発熱部を一体化し、前記カーボンワイヤー発熱体2の両端に小径の石英ガラス管3a、3bをワイヤーカーボン材Aを用いて固定したのち、W接続線22a、22bがピンチシールされた前述の第1、3実施形態と同等の封止端子部10(20)を同様に溶接し、図13(d)に示す細長平板状の棒状のヒータとしても良い。このように一体化した細長平板状の棒状のヒータとすることにより、発熱部をより高強度化することができる。

【0072】次に、図14に基づいて、第5の実施形態について説明する。なお、図14は第5の実施形態にかかる棒状ヒータの一部断面図である。この実施形態は、

接続線41a、41bを別々の空間に配置した点に特徴がある。即ち、前記封止端子部42を構成する石英ガラス管43、43が独立して2個存在し、各々が石英ガラス部、グレイデッドシール部、タングステンガラス部43aによって構成され、接続線41a、41bはタングステンガラス部でシールされると共に、前記石英ガラス部43、43がカーボンワイヤー発熱体2を封入する小径ガラス管44と融着されている。

【0073】このように、封止端子部42を構成する石英ガラス管43、43を独立して2個設け、接続線41a、41bを別々の空間に配置したため、接続線41a、41bの間のグロー放電をより確実に防止することができる。また、石英ガラス管43、43が、石英ガラス部、グレイデッドシール部、タングステンガラス部43aによって構成されているため、熱膨張による破損を極力低減することができる。なお、カーボンワイヤー発熱体2を封入している小径ガラス管44を更に大径ガラス管で覆っても良い。また、図14に示すように、カーボンワイヤー発熱体2を封入する小径ガラス管44の端部、すなわちワイヤーカーボン材Aを收容する部分は、ワイヤーカーボン材Aの本数によって、その径を大きくしても良い。更に、封止端子部42を構成する石英ガラス管43、43の両者を1つの固定部材に固定することによって、強固な構造とすることができる。

【0074】第5の実施形態の棒状ヒータにおける製造手順は、原則的に次の通りである。すなわち、

- ①W(タングステン)からなる接続線41a、41bの端部にW(タングステン)ガラス棒を溶かし、その部分にW(タングステン)ガラスの肉盛りを行う。
- ②W(タングステン)ガラスが肉盛りされた接続線41a、41bを封止端子部42を構成する石英ガラス管43、43の内部に挿入し、W(タングステン)ガラスの肉盛部を石英ガラス管43、43のタングステンガラス部43aに位置させ、融着させる。
- ③接続線41a、41bの端部にリード線45を銀ろう付け、あるいはスパーク溶接する。その後、熱収縮チューブ46をリード線45の下端部から接続線41a、41bの端部まで引き上げる。その後、熱を加えて、接続線41a、41bの端部及び接続線41a、41bとリード線45との接続部を前記熱収縮チューブ46で覆う。これによって、封止端子部42が完成する。
- ④次に、小径ガラス管44内部にカーボンワイヤー発熱体2を配置する。また、前記小径ガラス管44の端部にワイヤーカーボン材Aに圧縮収納し、カーボンワイヤー発熱体2の端部をワイヤーカーボン材A間に收容する。
- ⑤そして、封止端子部を構成する1つの石英ガラス管43の開放端を前記石英ガラス管44の開放端に溶接する(この場合、図示しない前記枝管から $\text{N}_2$ ガスを流しながら酸水素バーナーで溶接する)。同様にして、封止端子部を構成する他の石英ガラス管43の開放端を前記石英

ガラス管44の開放端に溶接する。

⑥最終的に、前記図示しない枝管から、石英ガラス管44及び封止端子部内を1 torrもしくは2 torr以下に減圧した後に、この枝管の接続側端部を酸水素バーナーで加熱し封じると共に、枝管を排除することによって行われる。

【0075】次に、図15に基づいて、本発明にかかる板状ヒータの実施形態について説明する。図15に示されている板状ヒータ51は、加熱面が円形平板状に形成されており、石英ガラス支持体52内にカーボンワイヤー発熱体53が封入された構造になっている。前記カーボンワイヤー発熱体53としては、複数本のカーボンファイバーを束ねたファイバー束を複数束用いてワイヤー状に編み込んだもの等が用いられる。また、前記カーボンワイヤー発熱体53は石英ガラス支持体52の面に、いわゆる渦巻き形状に配置されている。その配線パターンは、任意に変更してもよく、これに限定されるものではない。

【0076】また、前記石英ガラス支持体52は、前記カーボンワイヤー発熱体53の周辺部に実質的に中空の空間部54が形成されており、この空間部54を除いて融着一体化された構造となっている。この石英ガラス支持体52は、カーボンワイヤー発熱体53が内部に収容される溝を上面に形成した板状石英ガラス部材（主部材）52bと、前記溝を上から封止するための蓋部を構成する板状石英ガラス部材（封止用蓋部材）52aとから形成される。すなわち、石英ガラス支持体52は、板状石英ガラス部材（主部材）52bと蓋部を構成する石英ガラス部材（封止用蓋部材）52aとを、カーボンワイヤー発熱体53を前記溝内に配設し、前記溝内を非酸化雰囲気とした後、両部材の接合面で融着することによって、作製される。

【0077】前記カーボンワイヤー発熱体53の具体例としては、直径5乃至15  $\mu\text{m}$ のカーボンファイバー、例えば、直径7  $\mu\text{m}$ のカーボンファイバーを約350本程度束ねたファイバー束を9束程度用いて直径約2mmの編組、あるいは組紐形状に編み込んだものを用いるのが好ましい。これによって、発熱体としての高温時の引張強度が確保され、またカーボンファイバーの密着性がその長さ方向において均一になり、よって長さ方向での発熱ムラが低減される。

【0078】ここで、複数本束ねるカーボンファイバーの各々の直径を5～15  $\mu\text{m}$ としたのは、5  $\mu\text{m}$ 未満では1本1本のファイバーが弱く、これを束ねて所定の縦長形状に編み込んだ発熱体とすることが困難となる。また、ファイバーが細いため、所定の抵抗値を得るためのファイバー本数が多くなり実用的でない。また、15  $\mu\text{m}$ を超える場合には、柔軟性が悪く複数本束ねたカーボンファイバー束を編み込むことが困難なばかりか、カーボンファイバーが切断され、強度が著しく低下する、と

いった不具合が生ずる。前記の場合において、ワイヤーの編み込みスパンは2乃至5mm程度であり、カーボンファイバーによる表面の毛羽立ちは0.5乃至2.5mm程度である。

【0079】なお、前記毛羽立ちとは、図3の符号aに示すように、カーボンファイバーが切断されたものの一部が、カーボンワイヤーの外周面から突出したものである。このようなカーボンワイヤー発熱体と、後述する封止端子を組み合わせることによって、前記カーボンワイヤー発熱体は、前記石英ガラス支持体とこの毛羽立ち部分によって接触された構造となるため、高温下での部分的劣化が防止され、長さ方向での発熱ムラがなく、結果、面内均熱性に優れたものであり、かつ極めてコンパクトな好適なヒータを提供することができる。

【0080】本発明の板状ヒータ51においては、このようなカーボンワイヤー発熱体53を複数本用いても良く、複数本用いた場合は、発熱特性に関わる品質をより安定させることができる。発熱性状の均質性、耐久安定性等の観点及びダスト発生回避上の観点から、前記カーボンファイバーは、高純度であることが好ましく、特に、板状ヒータ51が、半導体製造プロセスにおけるウエハ等の熱処理用に用いられるものである場合には、カーボンファイバー中に含まれる不純物量が灰分（日本工業規格JIS R 7223-1979）として10ppm以下であることが好ましい。さらに好ましくは3ppm以下である。このようなカーボンワイヤー発熱体と後述する封止端子を組み合わせることによって、前記カーボンワイヤー発熱体から封止端子を構成する各石英ガラス製部材への不純物の熱拡散を防止することができ、結果、石英ガラス部材の失透・劣化を防止し、封止端子の耐用寿命を向上せしめることができる。

【0081】上記カーボンワイヤー発熱体は、上記5～15  $\mu\text{m}$ のカーボンファイバーを100～800本を束ねて、この束を3本以上、好ましくは6～12本束ねてワイヤー形状やテープ形状のような縦長形状に編み込んだものであることが好ましい。カーボンファイバーを束ねる本数が100本未満では所定の強度と抵抗値を得るために6～12束では足りなくなり、編み込みが困難である。また、本数が少ないために部分的な破断によって編み込みがほぐれ、形状を維持することが困難となる。また、前記本数が800本を超えると、所定の抵抗値を得るために束ねる本数が少なくなり、編み込みによるワイヤー形状の維持が困難となる。

【0082】さらに、上記カーボンワイヤー発熱体は、1000℃での抵抗値を1～20  $\Omega/\text{m}$ ・本とすることが好ましい。その理由は、一般的な半導体製造装置用加熱装置において、従来からのトランス容量にマッチングさせる必要があるからである。すなわち、抵抗値が20  $\Omega/\text{m}$ ・本を超える場合には、抵抗が大きいヒータ長を長くとることができず、端子間で熱が奪われて温度

むらが生じ易くなる。一方、抵抗値が $1\Omega/\text{m}$ ・本未満の場合には、反対に抵抗が低いヒータ長を必要以上に長くとらなければならない、カーボンワイヤーやカーボンテープのような細長の発熱体の組織むらや雰囲気のみらにより温度のばらつきが生じる虞れが大きくなる。

尚、上記カーボンワイヤー発熱体の $1000^\circ\text{C}$ での電気抵抗値は、上記特性をより高い信頼性で得るためには、 $2\sim 10\Omega/\text{m}$ ・本とすることがより好ましい。

【0083】前記カーボンワイヤー発熱体53の端子線53a、53bは、例えば主部材52bに形成された直径10mmの穴52cから、ヒータ面51aと垂直に引き出されている。そして、前記端子線53a、53bは小径の石英ガラス管55a、55b内に収納され、前記端子線53a、53bは各々小径の石英ガラス管55a、55b内全体において、ワイヤーカーボン材Aによって圧縮収納されている。すなわち、カーボンワイヤー発熱体53の端子線53a、53bは、各々小径の石英ガラス管55a、55bの内全体においてこの軸線方向と略平行に複数本配置されたワイヤーカーボン材Aによって同管内で圧縮収納されている。なお、この圧縮収納は、小径の石英ガラス管55a、55bの先端部分に限定されず、同管の全体に長いワイヤーカーボン材Aが配置されることによってなされていても良い。また、前記ワイヤーカーボン材Aとしては上述した第1の実施形態と同様に、上記カーボンワイヤー発熱体と同等のものをを用いることができる。

【0084】また、前記小径の石英ガラス管55a、55bの外側には大径の石英ガラス管56が配され、その一端はカーボンワイヤー発熱体53の端子線53a、53bが導出される穴52cを囲うように溶接され、外気と閉塞するよう固定されている。なお、大径石英ガラス管56の側部には、カーボンワイヤー発熱体53の酸化を防ぐための $\text{N}_2$ ガスを導入する枝パイプ56aが設けられている。なお、前記枝パイプ56aはヒータ内部、及び端子内部を減圧する際にも用いられる。

【0085】次に、封止端子60について説明する。封止端子60は、小径石英ガラス管55a、55b内に収納されているカーボンワイヤー発熱体53の端子線53a、53bと接続される内接続線61a、61bと、図示しない電源に接続される外接続線62a、62bと、前記大径石英ガラス管56に挿入できる、あるいは前記大径石英ガラス管56を挿入できる径を有する石英ガラス管63と、前記石英ガラス管63の内壁と密着してに収納される石英ガラス体64と、前記石英ガラス体64の外周面に形成された内外接続線を保持する溝（図示せず）と、石英ガラス体64の外周面に保持された内外接続線を電気的に接続する導電箔であるMo（モリブデン）箔65a、65bと、前記石英ガラス管63の端部を閉塞する閉塞部材66とから構成されている。

【0086】なお、前記大径石英ガラス管56と石英ガ

ラス管63は、径を同一とし、各々の端面で溶着することでもできる。また、前記石英ガラス体64は、中実体であってもよくまた中空体であってもよい。

【0087】ここで、前記内接続線61a、61b及び外接続線62a、62bはMo（モリブデン）、あるいはW（タングステン）棒からなり、その直径は1mm乃至3mmに形成されている。前記内接続線61a、61b及び外接続線62a、62bの直径は、必要に応じて適宜選択することができるが、直径が1mmより小さい場合には、電気抵抗が高くなるため好ましくない。また直径が大きい場合には、端子自体が大きくなるため好ましくない。

【0088】なお、内接続線61a、61bは、小径石英ガラス管55a、55b内に圧縮収納されている端子線63a、63bに差し込むことで容易に接続ができるように、その先端部は尖っている。この場合、差し込む深さは、端子53a、53bとの物理的かつ電気的結合性を良好なものとするためには10mm以上であることが好ましい。

【0089】また、内接続線61a、61b及び外接続線62a、62bの端部は、前記石英ガラス体64の外周面に形成された内外接続線を保持する石英ガラス体64の溝（図15に図示せず、図6の溝14に相当）に収納され、収納した際内接続線61a、61b及び外接続線62a、62bの外周面が石英ガラス体64の外周面から余り突出しないように形成されている。

【0090】また、内接続線61a、61bと外接続線62a、62bとは、石英ガラス体64の溝に収納した状態にあつては、石英ガラス体64によって電気的に絶縁され、後述する導電箔であるMo（モリブデン）箔65a、65bによって電気的に導通される。前記Mo（モリブデン）箔65a、65bは、前記内接続線61aと外接続線62aとを、また前記内接続線61bと外接続線62bとを電気的に接続するために、石英ガラス体64の外周面に沿うように取り付けられている。なお、Mo箔65aとMo箔65bとは、電気的なショートを避けるため一定の間隔Sが設けられている。また、導電箔として、Mo箔を用いているが、この他タングステン（W）箔などを用いることができるが、Mo箔を用いることがこの高い柔軟性の点から好ましい。

【0091】また、前記石英ガラス管63との端部を閉塞する閉塞部材66として、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粉を主成分としたセメント部材が装填されている。このセメント部材は、アルミナ粉に水を添加し、 $200^\circ\text{C}$ で乾燥固化したものである。前記したMo箔65a、65bは $350^\circ\text{C}$ 以上で酸素または湿気と反応し酸化物となり、この酸化物に変化する際、体積膨張する。この閉塞部材66は、外気と遮断することにより、Mo箔65a、65bの体積膨張を防止し、石英ガラス管63の破損を防止するために設けられている。

【0092】閉塞部材として、前記したセメント ( $Al_2O_3$  質) 部材以外に、樹脂や  $SiO_2$  微粉を用いたセメントを使用することができるが、耐熱性や乾燥時のクラック発生を抑制する観点から  $Al_2O_3$  粉を主成分としたセメント部材を用いるのが好ましい。

【0093】次に、この封止端子60の製造方法について説明する。まず、所定の熱処理により発生ガスを除去したMo箔65aと内接続線61a及び外接線62aをスポット溶接する。すなわち、外接線62a、内接続線61aと幅8mmで厚さ $35\mu m$ のMo箔65aとを接続、固定する。同様に、Mo箔65bと内接続線61b及び外接線62bをスポット溶接する。そして、前記接続された外接線62a、内接続線61aが、前記石英ガラス体64の外周面に形成された内外接続線を保持する溝に収納されるように組み付ける。そして、この組付けられた石英ガラス体64を脱気しやすいように最終封止端子の長さより長く成形した石英ガラス管63の内部に挿入する。

【0094】挿入後、石英ガラス体64が位置する部分を、前記石英ガラス管63の外側から酸素素酸バーナーで加熱し、石英ガラス管63を軟化させる。このとき、前記石英ガラス管63の内部は減圧されているため、大気圧によって石英ガラス管63は石英ガラス体64と密着すると共に、融着される。そして、前記石英ガラス管63の外接線62a側の端部にセメント部材66を装填し、閉塞する。前記セメント部材66を乾燥固化させた後、上部から真空ポンプにより脱気し、長めに作った石英ガラス管63の内部を真空にする。

【0095】以上の工程によって製造された封止端子では、内接続線61a、61b側と外接線62a、62b側との間においてガスなどがリークすることがなく、内接続線61a、61b側と外接線62a、62b側とが分離される。

【0096】次に、前記製造方法によって製作された封止端子を、板状ヒータ51に取り付ける方法について説明する。

1) まず、枝パイプ56aに $N_2$ を流しながら大径石英ガラス管56を石英ガラス支持体52を構成する主部材52bに溶接、取り付ける。この際、割れ防止のため適宜アニール処理を行う。

2) 小径石英ガラス管55a、55b中にヒモを用いて複数のワイヤ状カーボンの端子線53a、53bを引張り込む。そして、この小径石英ガラス管55a、55bを主部材52cの取付け用穴52cに挿入する。なお、ワイヤ状カーボンの端子線53a、53bは、小径石英ガラス管55a、55bの内部すべてに導き複数のワイヤカーボン材Aによって圧縮収納される。これによって、スパーク発生をより効果的に防止することができる。

3) 各部材を図15のように配置して、枝パイプ56a

から $N_2$ ガスを導入してカーボンワイヤー発熱体53、端子線53a、53bの酸化を防ぎながら、主部材52aの下部に、大径石英ガラス管56を溶接する。

4) 大径石英ガラス管56の下から、前記した方法により製作された封止端子60を挿入し、内側接続線61a、61bを前記端子線53a、53bに差し込み、電気的に接続する。

5) 枝パイプ56aから $N_2$ を導入しながら、大径石英ガラス管56と封止端子接合部分を融着することにより、封止端子を取り付ける。

6) その後、枝パイプ56aから真空引きし、ヒータ内部を減圧する。その後、枝パイプ56aを火炎で丸めて封着し、枝パイプ56aを取るることによって、封止端子60の取付けが完了する。

【0097】また、上記実施形態では、いずれにおいても各部材に石英ガラスを用いた場合について説明したが、使用目的、用途に応じて、高珪酸ガラス (high silica glass)、硼珪酸ガラス (borosilicate glass)、アルミノケイ酸ガラス (aluminosilicate glass)、ソーダ石灰ガラス (soda-lime glass)、鉛ガラス (lead glass) 等のガラス材を用いることができる。上記ガラス材からなる部材は、例えば半導体ウエハの洗浄工程あるいは研磨工程で用いられる各種液体を低温度 (例えば $100^\circ C$ 以下) に加熱、制御する際のヒータ部材としても用いることができる。

【0098】

【発明の効果】以上のように本発明にかかるヒータは、カーボンワイヤー発熱体を用いているため、半導体製造工程等に用いても、洗浄液、研磨液等を金属汚染を防止することができ、しかも機械的強度が強く、洗浄液、研磨液を収容する貯液槽に直接入れても破損を極力防止することができるため、洗浄液、研磨液を収容する貯液槽に直接入れ、液体を昇温させるのに適している。特に、上述した所定のカーボンワイヤー発熱体を所定の石英ガラス体で真空囲繞した構造によれば、より急速な昇降温制御を可能とし、かつヒータの長さ方向の均一な発熱を可能せしめ、しかも耐用寿命の長い、棒状、板状ヒータを提供することができる。

【図1】図1は、本発明にかかる棒状ヒータの第1の実施形態を示す斜視図である。

【図2】図2は、図1の接続線とカーボンワイヤー発熱体との接続関係を示す断面図であり、(a)は縦断面図、(b)は横断面図である。

【図3】図3は、図1の棒状ヒータに用いられているカーボンワイヤー発熱体、ワイヤカーボン材を示す平面図である。

【図4】図4は、図1の棒状ヒータに用いられている封止端子を示す斜視図である。

【図5】図5は、図1の棒状ヒータに用いられている接

続線と導電箔との接続関係を示す図であって、(a)は平面図、(b)は側面図である。

【図6】図6は、図4の封止端子に用いられている石英ガラス体を示す斜視図である。

【図7】図7は、本発明にかかる棒状ヒータの第2の実施形態を示す図であって、(a)は全体斜視図、(b)は要部分解斜視図である。

【図8】図8は、本発明にかかる棒状ヒータの第3の実施形態を示す一部側面図である。

【図9】図9は、図8の棒状ヒータに用いられている封止端子を示す斜視図である。

【図10】図10は、本発明にかかる棒状ヒータの第4の実施形態を示す斜視図である。

【図11】図11は、図10に示す石英ガラス体及び石英ガラス管を示す図であって、(a)は石英ガラス体を示す斜視図、(b)は石英ガラス管を示す断面図である。

【図12】図12は、図10に示す石英ガラス体と石英ガラス管の融着を説明するための概略図である。

【図13】図13は、本発明にかかる棒状ヒータの第2の実施形態の変形例を示す図であって、(a)乃至(d)は製造工程を示す図である。

【図14】図14は、本発明にかかる棒状ヒータの第5の実施形態を示す一部断面図である。

【図15】図15は、本発明にかかる板状ヒータの実施形態を示す断面図である。

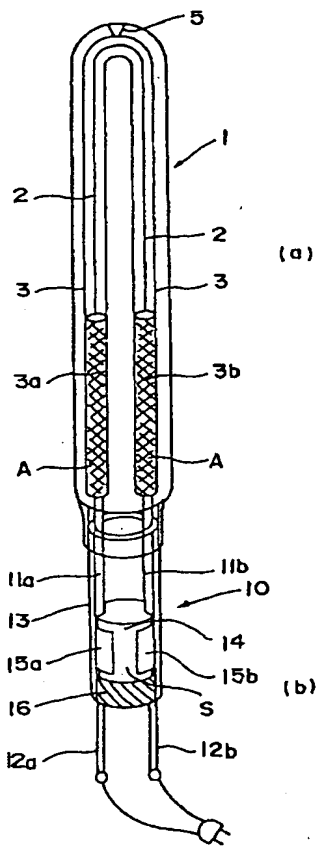
#### 【符号の説明】

1 棒状ヒータ  
2 カーボンワイヤー発熱体  
3 小径の石英ガラス管  
3 a 小径の石英ガラス管の開放端部  
3 b 小径の石英ガラス管の開放端部  
4 (大径の) 石英ガラス管  
5 固定部  
6 石英ガラス体  
6 a 溝  
10 封止端子  
11 a 内接続線  
11 b 内接続線  
12 a 外接続線  
12 b 外接続線  
13 石英ガラス管

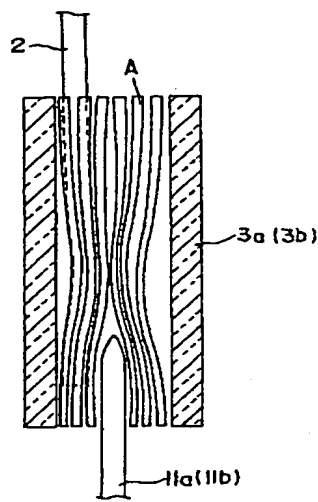
14 石英ガラス体  
14 a 溝  
15 a Mo (モリブデン) 箔  
15 b Mo (モリブデン) 箔  
17 二又キャップ  
17 a 取付け部  
17 b 取付け部  
20 封止端子  
21 石英ガラス管  
21 a 石英ガラス部  
21 b グレイデッド (Graded) シール部  
21 c タングステン (W) ガラス部  
21 d ビンチシール部  
22 a 接続線  
22 b 接続線  
31 平板状の第1の石英ガラス体  
32 平板状の第2の石英ガラス体  
32 a 溝  
41 a 接続線  
41 b 接続線  
42 封止端子  
43 石英ガラス管  
44 小径石英ガラス管  
45 リード線  
46 熱収縮チューブ  
51 板状ヒータ  
52 石英ガラス支持体  
53 カーボンワイヤー発熱体  
53 a 端子線  
53 b 端子線  
56 大径石英ガラス管  
60 封止端子  
61 a 内接続線  
61 b 内接続線  
62 a 外接続線  
62 b 外接続線  
63 石英ガラス管  
64 石英ガラス体  
66 閉塞部材  
A ワイヤーカーボン材  
S 隙間  
a 毛羽立ち



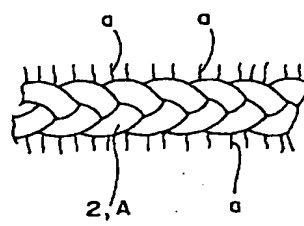
【図 1】



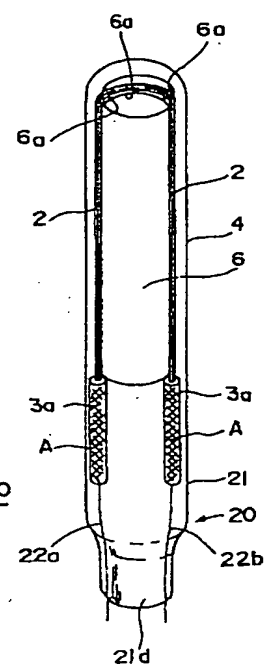
【図 2】



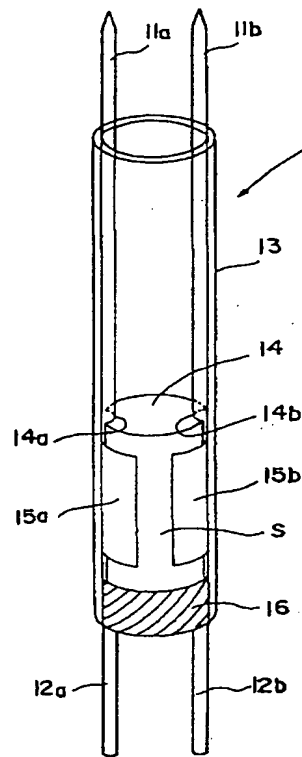
【図 3】



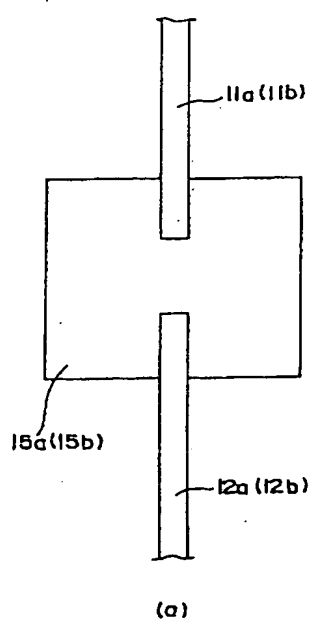
【図 10】



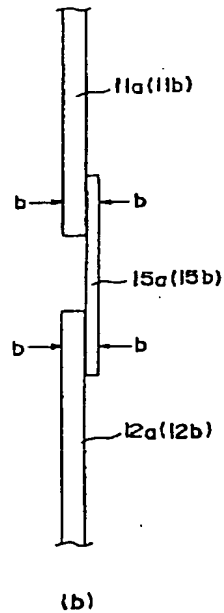
【図 4】



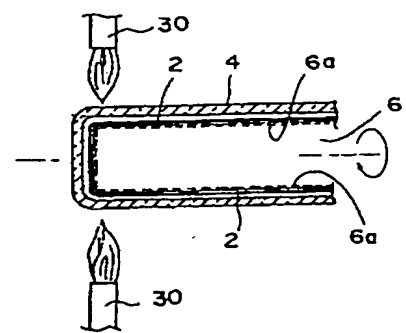
【図 5】



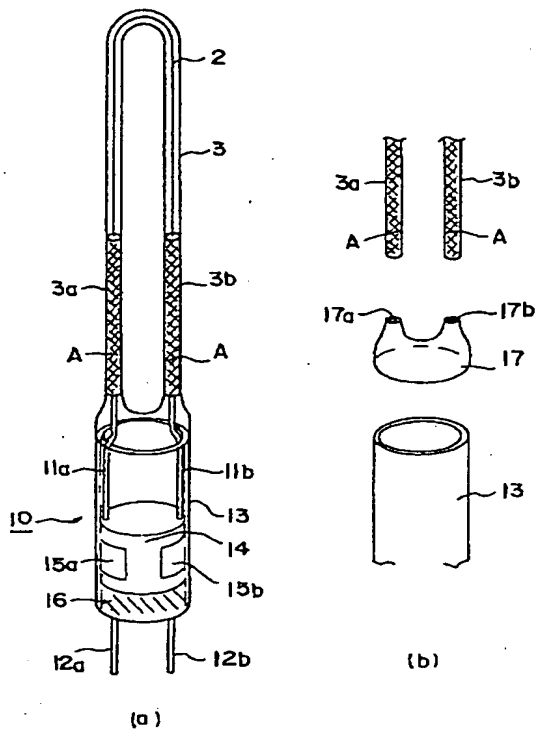
【図 6】



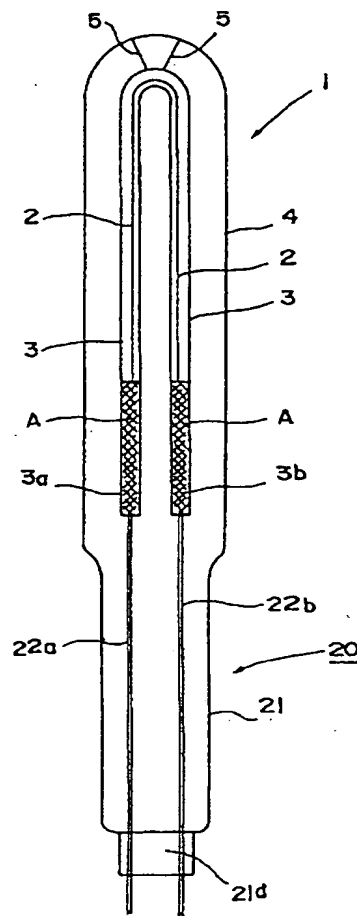
【図 12】



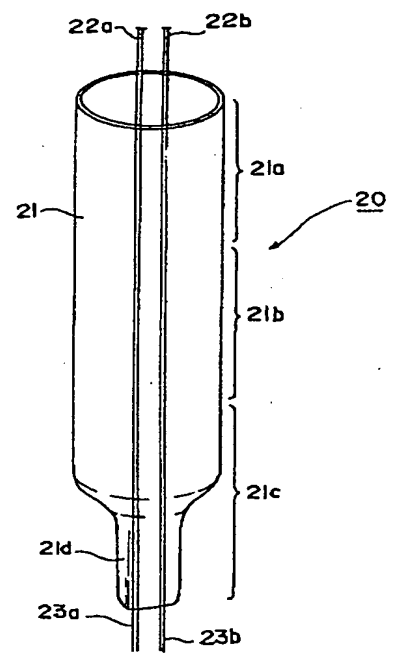
【図 7】



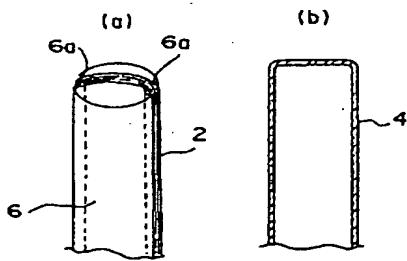
【図 8】



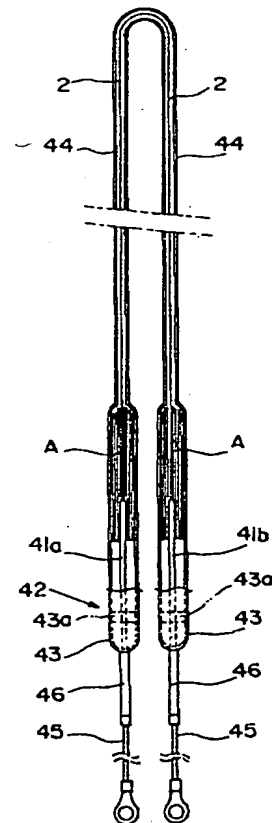
【図 9】



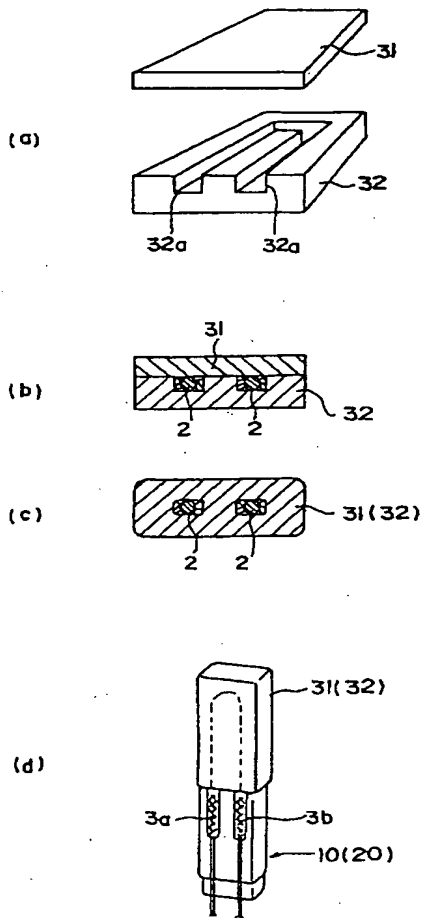
【図 11】



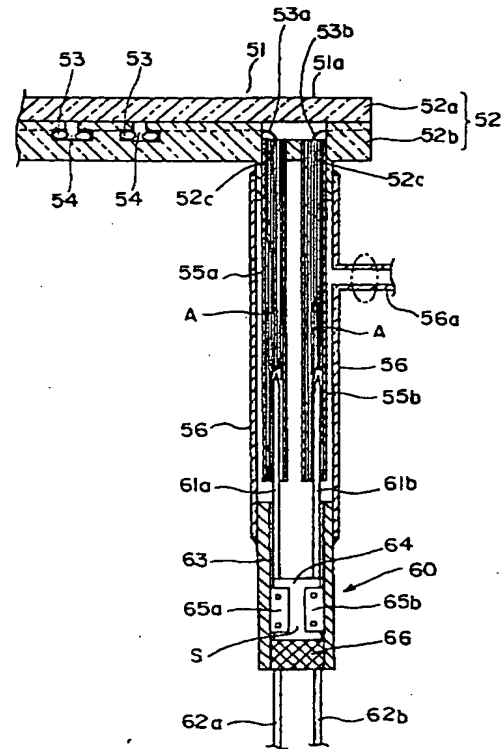
【図 14】



【図 13】



【図 15】



フロントページの続き

(72) 発明者 金 富雄  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 永田 智浩  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 齋藤 紀彦  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 山村 茂  
山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 中尾 賢  
神奈川県相模原市田名2954-10

(72) 発明者 齋藤 孝規  
神奈川県相模原市大島2736

(72) 発明者 長内 長栄  
神奈川県相模原市清新8-1-14-605

(72) 発明者 牧谷 敏幸  
東京都昭島市東町2-1-22-101